

# **Zeolit Alam Cikancra Tasikmalaya : Media Penyimpan Ion Amonium dari Pupuk Amonium Sulfat**

**Lenny Marilyn Estiaty<sup>1</sup>, Dewi Fatimah<sup>1</sup>, dan Irma Yunaeni<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Geoteknologi- LIPI

<sup>2</sup> Mahasiswa Kimia- UNPAD

Jl. Cisetu 21/154D Sangkuriang, Bandung 40135, Telp. 022-2507771-3  
dewi.fatimah@geotek.lipi.go

## **ABSTRAK**

Pupuk nitrogen adalah salah satu jenis pupuk yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Jenis pupuk ini mudah larut dan ion-ionnya tidak diikat oleh kompleks tanah liat, sehingga mudah mengalami pencucian (air hujan), menguap ke udara atau berubah ke bentuk lain yang tidak dapat digunakan tanaman. Untuk meningkatkan efisiensi pupuk N, kehilangan N harus ditekan seminimal mungkin. Di lain pihak diketahui bahwa mineral zeolit alam mempunyai kemampuan sebagai penyerap dan penukar kation di antaranya ion amonium. Untuk hal tersebut telah dilakukan penelitian untuk melihat sejauh mana zeolit alam asal Cikancra, Tasikmalaya dapat menyimpan ion amonium dari pupuk amonium sulfat. Penelitian untuk mengetahui jumlah zeolit yang harus ditambahkan pada tanah bila akan dilakukan pemupukan oleh amonium sulfat. Zeolit alam yang akan dipakai sebelumnya dipilih yang mempunyai nilai kapasitas tukar kation (KTK) yang tertinggi baik dari ukuran besar butir maupun dari beberapa cara aktivasi. Berdasarkan penelitian diperoleh hasil bahwa KTK zeolit yang tertinggi didapat melalui aktivasi fisis dengan pemanasan 105°C sebesar 150.92 meq/100 g pada ukuran zeolit -20 + 48 mesh. KTK optimum dari zeolit alam terhadap pupuk amonium sulfat sebesar 146.11 meq/ 100g pada konsentrasi larutan (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.2 N, sehingga banyaknya pupuk amonium sulfat (ZA) yang dapat disimpan dalam 100g zeolit diketahui sebanyak 19.306 g.

**Kata Kunci:** Pupuk amonium sulfat, efisiensi pupuk, aktivasi

## **ABSTRACT**

**NATURAL ZEOLITE FROM CIKANCRA, TASIKMALAYA: AMMONIUM ION STORE MEDIA FOR AMMONIUM SULPHATE FERTILIZER.** Nitrogen fertilizer is one of the fertilizer type which is required for plant growth. This fertilizer is easily dissolved and the ions are not clay bonded, that it is often washed out by rain, evaporated or changed to other forms which can not be used by plants. In order to increase the efficiency of N-fertilizer, the loss of N must be minimized. In other hand, it is well known that natural zeolites have the capability as adsorbents and cation exchangers, such as for ammonium ion. Investigation has been carried out to analyze the capability of natural zeolite from Cikancra, Tasikmalaya to store ammonium ion from ammonium sulfate fertilizer. This research can be used to predict the quantity of zeolite to be added to the soil if we use ammonium sulfate fertilizer. The natural zeolite applied has been selected of the highest cation exchange capacity (CEC) value zeolite from various particle sizes and activation method. The highest CEC, of 150.92 meq/100g is gained by activation at 105°C of particle size -20 +48 mesh. The optimum CEC of natural zeolite against ammonium sulfate fertilizer is 146.11 meq/100g in 0.2 N (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution. Therefore, the quantity of ammonium sulfate fertilizer (ZA), which can be stored in 100g zeolite is 19.306 g.

**Keywords:** Ammonium sulphate fertilizer, fertilizer efficiency, activation

## PENDAHULUAN

Merosotnya kualitas kesuburan tanah, beralihnya fungsi lahan dari pertanian ke non pertanian, dan terus meningkatnya jumlah penduduk merupakan masalah serius yang dihadapi bangsa Indonesia dalam kaitan penyediaan pangan. Ditambah lagi dengan semakin meningkatnya harga pupuk menyebabkan tidak terjangkau bagi pembelainya. Salah satu kunci untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan peningkatan produksi pangan melalui teknologi pupuk.

Salah satu jenis pupuk yang dibutuhkan tanaman adalah pupuk nitrogen dalam bentuk nitrat dan amonium. Ion ini menjadi kunci untuk keberhasilan dalam produksi pangan. Jenis pupuk ini mudah larut, sehingga mudah mengalami pencucian oleh air hujan, mudah menguap ke udara atau berubah ke bentuk lain yang tidak dapat digunakan tanaman. Untuk meningkatkan efisiensi pupuk N, kehilangan N harus ditekan seminimal mungkin.

Zeolit merupakan mineral dari golongan aluminosilikat yang mempunyai struktur kerangka dengan rongga di dalamnya terisi oleh ion-ion logam alkali dan alkali tanah yang dapat dipertukarkan. Tingginya kapasitas tukar kation (KTK) serta selektifitas adsorpsi terhadap ion amonium, diharapkan mineral zeolit mampu mengikat dan menyimpan ion amonium serta mengatur pelepasan ion tersebut secara lebih lambat dan bertahap, sehingga kehilangan N dapat ditekan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan mineral zeolit alam dari Cikancra, Tasikmalaya dalam kapasitasnya sebagai penukar ion dapat menyimpan ion amonium dari pupuk amonium sulfat, sehingga diketahui jumlah zeolit alam yang akan ditambahkan pada tanah untuk pemupukan yang menggunakan pupuk amonium sulfat.

## TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan mineraloginya, zeolit

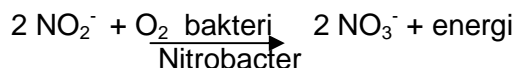
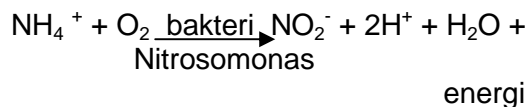
termasuk senyawa tektosilikat, berbentuk kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung muatan positif dari ion-ion logam alkali dan alkali tanah dalam kerangka kristal tiga dimensi. Zeolit mempunyai kerangka sangat terbuka yang dicirikan oleh jaringan rongga-rongga atau pori yang terdapat dalam celah-celah kristalnya. Oleh karena itu, zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penyerap dan penyaring molekul, penukar ion, penyerap bahan dan katalisator. Sifat dari adsorpsi dan penukar kation dari zeolit banyak dipergunakan dalam bidang pertanian.

Pemanfaatan zeolit berdasarkan kapasitas pertukaran kation dan retensivitas terhadap air yang tinggi, zeolit sekarang ini telah banyak digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah, terutama tanah yang mengandung pasir (kandungan lempung sedikit) dan tanah podzolik dimana fungsi zeolit di sini adalah sebagai bahan pemantap tanah (*soil conditioner*), sebagai pembawa pupuk (*fertilizer carrier*), pengontrol pelepasan ion  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{K}^+$  (*slow release fertilizer*), dan sebagai pengontrol cadangan air.

Dalam penggunaan zeolit sebagai pemantap tanah, masalah penting yang harus diketahui adalah jenis kation dominan yang terkandung dalam zeolit. Zeolit dengan kandungan ion  $\text{Na}^+$  yang tidak lebih tinggi daripada kation yang dapat dipertukarkan akan memberikan hasil (panen) yang baik. Namun bila ion  $\text{Na}^+$  berlebihan akan menyebabkan banyak ion ini masuk ke dalam tanah, sehingga dapat menimbulkan keracunan dan hambatan dalam proses osmosa pada tanaman. Sebaliknya zeolit dengan kandungan ion  $\text{K}^+$  yang tinggi akan mempersulit terjadinya proses pertukaran kation dan  $\text{NH}_4^+$ , sehingga zeolit jenis ini tidak cocok untuk pertanian. Oleh karena itu, zeolit jenis klinoptilolit lebih umum digunakan karena kandungan ion  $\text{Na}^+$  lebih tinggi dibandingkan ion  $\text{K}^+$ .

Penahanan ion  $\text{NH}_4^+$ , dalam struktur kristal zeolit dapat mencegah proses oksidasi ion  $\text{NH}_4^+$  menjadi ion  $\text{NO}_3^-$  oleh *nitrifying*

*bacteria* yang dinamakan proses nitrifikasi, dimana ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dalam tanah dioksidasi menjadi ion nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) oleh bakteri *nitrosomonas* kemudian diubah menjadi ion nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dengan reaksi sebagai berikut :



Selain itu keadaan ini dapat juga mengontrol pemakaian pupuk jenis amonium secara berlebihan dan meningkatkan efisiensi pemakaian unsur N, karena dapat mengurangi penguapan dan pencucian (*leaching*) oleh air hujan.

## METODA PENELITIAN

### Bahan

zeolit alam yang dipergunakan diambil dari desa Cikancra, Tasikmalaya. Pupuk N yang dipergunakan adalah pupuk amonium sulfat.

### Prosedur Penelitian

#### Preparasi zeolit

Zeolit alam yang akan dipergunakan dipreparasi terlebih dahulu dengan pengecilan ukuran melalui beberapa tingkatan, yaitu mulai dari peremukan (*crushing*), penggerusan (*grinding*), sampai dengan pengayakan (*sieving*). Tujuan dari tahapan ini adalah untuk memperoleh ukuran besar butir zeolit yang diperlukan -7+10 mesh dan -20+48 mesh.

#### Karakterisasi zeolit

Untuk mengetahui mutu zeolit alam perlu dilakukan karakterisasi yang meliputi analisa XRD (*X-Ray Diffraction*), SEM (*Scanning Electron Microscopy*), analisis komposisi kimia dan analisis kapasitas tukar kation (KTK).

### Aktifasi

Berdasarkan penelitian sebelumnya, terdapat beberapa cara untuk mengaktifasi zeolit antara lain dengan pemanasan, penambahan asam sulfat dan natrium hidroksida. Akibat dari perlakuan tersebut diperkirakan dapat merubah besarnya kapasitas tukar kation zeolit. Aktifasi fisis zeolit melalui pemanasan pada suhu  $105^\circ\text{C}$ , sebanyak 50 g zeolit dengan ukuran -7 +10 dan -20 +48 mesh dipanaskan masing-masing pada temperatur  $105^\circ\text{C}$  selama 6 jam. Kemudian ditentukan nilai kapasitas tukar kationnya.

Aktifasi kimia zeolit dengan penambahan asam sulfat 0.3 N, sebanyak 50 g zeolit dengan ukuran -7+10 dan -20+48 mesh masing-masing dimasukkan ke dalam gelas piala 1000 ml, ditambahkan asam sulfat 0.3 N 500 ml. Kemudian dikocok pada kecepatan 350 rpm, selama 4 jam menggunakan pengocok magnetik. Kemudian disaring dan dicuci sampai bebas sulfat dan dikeringkan pada temperatur  $105^\circ\text{C}$ . Kemudian ditentukan nilai kapasitas tukar kationnya.

Aktifasi kimia zeolit dengan penambahan natrium hidroksida 0.5 N, sebanyak 50 g zeolit dengan ukuran -7+10 dan -20+48 mesh masing-masing dimasukkan ke dalam gelas piala 1000 ml, lalu ditambahkan natrium hidroksida 0.5 N 500 ml. Kemudian dikocok pada kecepatan 350 rpm, selama 4 jam menggunakan pengocok magnetik. Kemudian disaring dan dicuci sampai bebas sulfat dan dikeringkan pada temperatur  $105^\circ\text{C}$ , dan ditentukan nilai kapasitas tukar kationnya. Zeolit dengan nilai KTK yang tertinggi, akan dipergunakan untuk percobaan berikutnya.

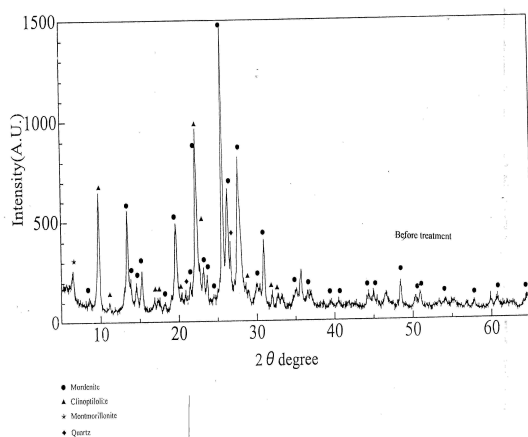
#### Penentuan kapasitas tukar kation pupuk amonium sulfat (ZA) oleh zeolit

Kolom penukar ion diisi dengan zeolit (hasil aktivasi optimum yaitu dengan pemanasan pada suhu  $105^\circ\text{C}$ ) sebanyak 0.5 g. Pembuatan larutan amoniun sulfat

dari konsentrasi minimal (nilai KTK) kemudian konsentrasi dinaikkan secara bertahap yaitu 0.15, 0.20 dan 0.30 N, untuk mengetahui nilai KTK zeolit tersebut terhadap pupuk amonium sulfat. Sebanyak 100 ml larutan tersebut masing-masing dialirkan ke dalam kolom kemudian dilakukan pencucian dengan alkohol. Selanjutnya dialirkan sebanyak 100 ml larutan kalium klorida 10%. Jumlah amonium yang tertampung ditentukan secara spektrofotometri sinar tampak setelah diwarnai oleh reagen Nessler.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi mineral dari zeolit diidentifikasi dengan *X-ray Diffraction* (XRD), dapat dilihat pada Gambar 1.

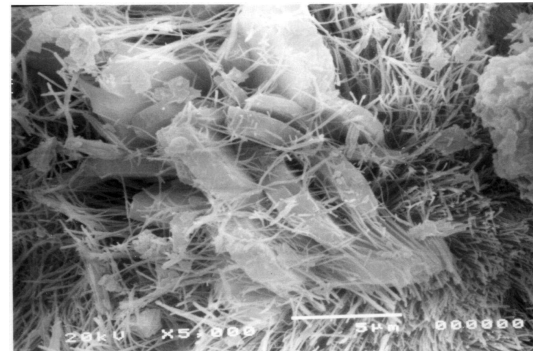


**Gambar 1.** Difraktogram zeolit Cikancra, Tasikmalaya

Di sini terlihat ada 2 buah grup puncak yang berbeda yang memperlihatkan bahwa contoh tersebut terdiri dari mordenit dan klinoptilolit sedangkan kuarsa dan montmorillonit sebagai impuritis. Mordenit dan klinoptilolit adalah jenis zeolit terbesar yang ditemukan di Indonesia sampai saat ini.

Analisis mineral zeolit dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dimaksudkan untuk mengetahui lebih jelas identitas mineral zeolit, sehingga dengan cara ini dapat dilihat jenis, ukuran dan bentuk sistem kristalnya untuk menentukan jenis mineral. Berdasarkan hasil analisis SEM (Gambar 2) , terlihat bahwa zeolit tersebut terdiri

dari mordenit dan klinoptilolit , hal ini sesuai dengan hasil analisis XRD. Mineral mordenit dan klinoptilolit dapat dibedakan dari bentuk dan sistem kristal, ukuran kristal, tekstur dan struktur mikro yang memberikan gambaran yang berbeda, mordenit berbentuk serabut sedangkan klinoptilolit berbentuk balok.



**Gambar 2.** Foto SEM zeolit Cikancra, Tasikmalaya

Berdasarkan hasil penentuan komposisi kimia zeolit menggunakan analisis kuantitatif dengan AAS, gravimetri dan volumetri ,dapat terlihat bahwa alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dan silikat ( $\text{SiO}_2$ ) merupakan komponen utama pembentuk mineral zeolit Cikancra Tasikmalaya. Dari hasil analisis terhadap zeolit tersebut menunjukkan terdapat kandungan silika yang sangat tinggi mencapai rata-rata 71.48%, sedangkan kandungan alumina menunjukkan jumlah presentasi rata-rata 10.60% sehingga perbandingannya mencapai 6.74. Perbandingan Si/Al ini dalam suatu zeolit menentukan kerapatan muatan di dalam kristal. Jika perbandingan Si/Al besar maka struktur zeolit ini mempunyai kerapatan muatan yang tinggi, kestabilan terhadap panas relatif tinggi ( $800-1000^\circ\text{C}$ ), molekulnya polar, kemampuan untuk mengikat molekul besar dengan kata lain zeolit yang memiliki perbandingan Si/Al nya tinggi akan mempunyai kapasitas tukar kation yang tinggi.

Kandungan unsur lainnya yang penting adalah unsur natrium oksida dimana dari hasil analisis kimia menunjukkan kandungan yang sangat tinggi mencapai

rata-rata 1.51% dibandingkan kalsium oksida dan kalium oksida yang mempunyai rata-rata nilai 0.139% dan 1.118%.

Berdasarkan hasil analisis di atas kation yang paling dominan adalah natrium, hal ini mengindikasikan bahwa mineral zeolit tersebut termasuk ke dalam jenis mineral mordenit dan klinoptilolit, melihat harga Na yang cenderung lebih tinggi serta kandungan K yang lebih besar dan mendominasi dibandingkan dengan kalsium oksida maka mordenit diperkirakan lebih dominan penyebarannya. Aktivasi dengan penambahan basa natrium hidroksida, akan mengakibatkan kandungan  $\text{Na}^+$  dari zeolit menjadi lebih besar karena logam-logam alkali atau alkali tanah yang terdapat dalam zeolit tertukar oleh ion  $\text{Na}^+$ .

Berdasarkan penentuan aktivasi zeolit melalui pengujian aktivasi fisis dengan pemanasan pada suhu  $105^\circ\text{C}$  maupun aktivasi kimia dengan penambahan asam sulfat 0.3 N juga natrium hidroksida 0.5 N, diperoleh KTK zeolit secara optimum dengan pemanasan  $105^\circ\text{C}$  sebesar 150.92 meq/100g.

**Tabel 1.** Hasil analisis komposisi kimia zeolit alam Cikancra, Tasikmalaya

No	Komposisi	Kadar (%)
1.	$\text{SiO}_2$	71.48
2.	$\text{Al}_2\text{O}_3$	10.60
3.	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0.982
4.	$\text{MnO}$	0.003
5.	$\text{TiO}_2$	0.178
6.	$\text{P}_2\text{O}_5$	0.095
7.	$\text{CaO}$	0.139
8.	$\text{MgO}$	0.154
9.	$\text{Na}_2\text{O}$	1.510
10.	$\text{K}_2\text{O}$	1.118
11.	LOI	14.80
12.	$\text{H}_2\text{O}^-$	3.893
13.	$\text{H}_2\text{O}^+$	6.337

**Tabel 2.** Hasil penentuan KTK zeolit sebelum dan sesudah aktivasi

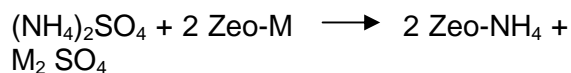
No.	Aktivasi Zeolit	Kapasitas Tukar Kation (meq/100g)	
		-7 + 10 mesh	-20 +48 mesh
1.	Zeolit sebelum aktivasi	138.18	142.32
2.	Pemanasan pada suhu $105^\circ\text{C}$	144.96	150.92
3.	Penambahan $\text{H}_2\text{SO}_4$ 0.3 N	142.29	144.03
4.	Penambahan $\text{NaOH}$ 0.5 N	139.51	144.83

**Tabel 3.** Hasil analisis kapasitas tukar kation zeolit terhadap amonium dari pupuk amonium sulfat (ZA)

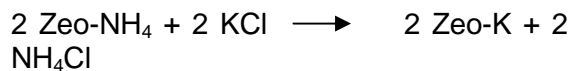
Konsentrasi $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Kapasitas Tukar Kation (KTK) (meq/100 g)
0.15 N	122.33
0.20 N	146.11
0.30 N	146.11

Berdasarkan hasil penentuan kapasitas tukar kation zeolit terhadap pupuk ammonium sulfat, dapat terlihat bahwa kapasitas tukar kation optimum tercapai pada harga 146.11 meq/100 g, dimana pada konsentrasi amonium sulfat 0.15 N KTK sebesar 122.33 meq/100 g, sedangkan pada konsentrasi 0.20 N mengalami kenaikan sebesar 146.11 meq/100 gr dan hal yang sama terjadi pada konsentrasi amonium sulfat 0.30 N, sehingga terlihat bahwa kapasitas tukar kation maksimal pupuk amonium dicapai pada konsentrasi 0.20 N, yang mengalami titik jenuh dengan harga konstan pada konsentrasi berikutnya yaitu 0.30 N. Hal ini disebabkan karena zeolit sudah berada dalam keadaan jenuh, yang menyebabkan zeolit sudah tidak dapat mempertukarkan ataupun mengadsorpsi suatu ion. Pertukaran ion terjadi akibat ketidakseimbangan muatan listrik dalam zeolit. Pertukaran ion akan berhenti jika daya dorong potensial kimia di dalam larutan dan di dalam pori telah mencapai harga yang sama.

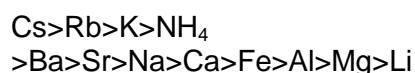
Dalam analisis ini, dilakukan pengukuran kapasitas tukar kation mineral zeolit terhadap ion amonium. Pengukuran kapasitas tukar kation ini meliputi jumlah maksimal kation yang dapat dipertukarkan dalam satuan berat ekuivalen per satuan berat zeolit. Proses pertukaran ion ini dilakukan dengan menggunakan larutan amonium sulfat. Akan terjadi reaksi pertukaran antara kation-kation yang terdapat dalam mineral zeolit dengan kation-kation dari larutan elektrolit itu sendiri, dalam hal ini ion  $\text{NH}_4^+$  ini menggantikan ion-ion logam yang terikat dalam zeolit. Reaksi yang terjadi antara kation-kation yang terdapat dalam zeolit dengan ion  $\text{NH}_4^+$  yang terdapat dalam larutan dapat diilustrasikan dengan persamaan berikut :



Selanjutnya, dilakukan penambahan larutan kalium klorida 10% dengan reaksi yang terjadi selama proses ini, yaitu :



Berdasarkan reaksi di atas, terjadi pergantian ion  $\text{NH}_4^+$  yang terikat pada zeolit oleh ion  $\text{K}^+$ . Hal ini dapat terjadi karena adanya perbedaan interaksi antara kation-kation yang dipertukarkan, yang akan menyebabkan suatu kompetisi antar kation tersebut. Ion  $\text{K}^+$  hampir dengan sempurna dapat dipertukarkan dengan ion  $\text{NH}_4^+$ , dimana menurut deret selektivitas pertukaran ion yang dinyatakan oleh Breck dan Ames, adalah :

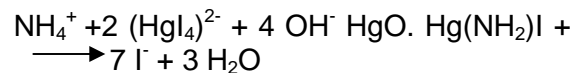


Urutan keselektifan ini bergantung pada jenis zeolit dan jenis kation yang diserap. Jenis zeolit berpengaruh karena perbedaan struktur dan ukuran pori (rongga) yang terbentuk. Penentuan keselektifan jenis kation berdasarkan pendekatan daya elektrostatik

menyatakan bahwa kemampuan teradsorpsinya suatu kation akan meningkat dengan penurunan jari-jari atom atau ion tersebut.

Ditinjau dari ukuran, maka ion  $\text{K}^+$  yang memiliki ukuran 1.33 Å memegang peranan untuk distorsi pada kisi kristal zeolit dengan energi kisi yang lebih kecil dibandingkan ion  $\text{NH}_4^+$  yang memiliki ukuran 1.43 Å. Mordenit ini memiliki rongga 2.9 Å sehingga  $\text{K}^+$  yang memiliki ukuran lebih kecil akan terperangkap masuk ke dalam zeolit untuk mengisi rongga-rongga zeolit.

Terjadinya pergantian ion  $\text{NH}_4^+$  yang terikat pada zeolit oleh ion  $\text{K}^+$  menunjukkan jumlah amonium yang tertampung, yang akan ditentukan secara spektrofotometri sinar tampak setelah diwarnai reagen Nessler yang memberikan warna kuning kecoklatan (dihasilkan sesuai dengan jumlah ion amonium yang terikat dalam zeolit) dengan reaksi yang dinyatakan oleh Britton dan Wilson, 1933 sebagai berikut :



Dengan kemampuan tukar kation zeolit terhadap pupuk amonium sulfat sebesar 146.11 meq/100g akan memberikan manfaat dalam meningkatkan efisiensi pemakaian pupuk, sehingga dapat mengontrol pelepasan ion amonium yang diperlukan dalam tanaman. Nilai KTK sebesar 146.11 berarti banyaknya pupuk amonium sulfat yang diserap yaitu 19.306 g per 100 g zeolit.

Dengan hal tersebut di atas kita dapat mengetahui berapa banyak jumlah zeolit yang akan diberikan ke dalam tanah bila akan dilakukan suatu pemupukan dengan amonium sulfat.

## KESIMPULAN

1. Zeolit alam Cikancra Tasikmalaya mengandung jenis mineral mordenit

dan klinoptilolit dengan kandungan mordenit yang lebih dominan .

2. Zeolit alam Cikancra Tasikmalaya mempunyai komponen utama berupa silika dan alumina dengan perbandingan %  $\text{SiO}_2$  dan %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sebesar 6.74 dan termasuk ke dalam golongan zeolit Si sedang.
3. Kapasitas tukar kation (KTK) optimum zeolit sebesar 150.92 meq/100g pada ukuran  $-20 + 48$  mesh dicapai melalui aktivasi fisis dengan pemanasan pada suhu  $105^\circ\text{C}$  .
4. Kapasitas tukar kation (KTK) optimum zeolit terhadap ion amonium dari pupuk amonium sulfat sebesar 146.11 meq/100 g pada konsentrasi larutan amonium sulfat 0.2 N.
5. Kapasitas tukar kation (KTK) zeolit terhadap ion amonium dari pupuk amonium sulfat sebesar 146.11 meq/100g, maka banyaknya pupuk amonium sulfat yang dapat diserap yaitu 19.306 gram per 100 gram zeolit.

## SARAN

Dari kesimpulan di atas, nilai yang didapatkan adalah khusus untuk pupuk amonium sulfat (ZA) yang dijerap dalam zeolit Cikancra Tasikmalaya. Untuk mengetahui nilai dari jenis pupuk amonium

yang lain dan zeolit yang lain pula perlu dilakukan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Barrer, R.M. 1978. *Zeolite and Clay Mineral As Sorbent and Molecular Sieves*. London : Academic Press.
2. Breck, D.W. 1974. *Zeolite Molecular Sieves*, New York : John Wiley & Sons, Inc.
3. Clifton, R.A. 1980. *Natural and Synthetic Zeolites*. United States Department of the Interior.
4. Harun, M.S. 1999. *Genesa Zeolit Daerah Cikancra, Kabupaten Tasikmalaya Jawa Barat*. Bandung : Departemen Pertambangan dan Energi Direktorat Jendral Pertambangan Umum Pusat Pengembangan Teknologi Mineral.
5. Lingga, P., Marsono. 2000. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*, Jakarta : Penerbit Swadaya.
6. Ribeoro, R., A.E and Naccache. 1980, *Zeolite Science and Technology*. Nato Asi Series.
7. Rosmarkam, A., Yuwono, N.W. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*, Yogyakarta : Penerbit Kanisius.